ФИЛЬТРАЦИИ ДИСКРЕТНОГО ХАОТИЧЕСКОГО СИГНАЛА, ИСКАЖЕННОГО АДДИТИВНЫМ ШУМОМ ПРИ ПОМОЩИ АДАПТИВНОГО ФИЛЬТРА КАЛЬМАНА

Рябков Л.Ф.

Технологический институт (филиал) (г. Лесной), Московского инженерно-физического института (государственного университета)
624200, г. Лесной, Свердловской области,Коммунистический проспект, 36,
тел. (34342) 66613, факс (34342) 60963, e-mail: mifi@les.uralpost.ru, main@mifi3.pp.ru

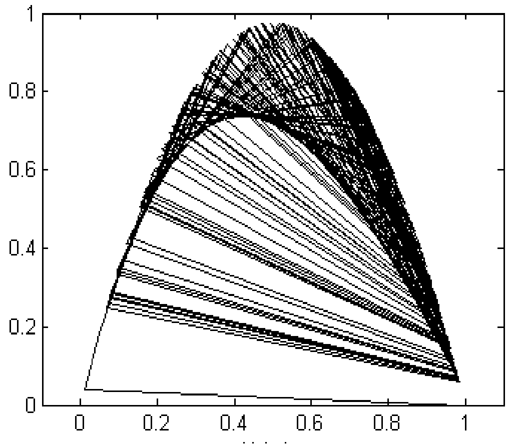
В последние годы уделяется внимание использованию хаотических сигналов в системах связи[1,2]. Хаотический сигнал описывается логистическим отображением с заданным параметром λ: $x_{n+1} = x_n\lambda(1-x_n)$, где **n** – дискретное время. К хаотическому сигналу x_n подмешивается некоррелированный шум канала связи w_n, распределенный по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и дисперсией σ^2, так что получается сигнал $y_n = x_n + w_n$. Алгоритм фильтрации хаотической последовательности адаптивным фильтром Калмана определяется системой уравнений в дискретном времени для фильтруемой последовательности x_n и дисперсии σ_n^2 её текущей оценки[2]:

$$\hat{x}_{n+1} = f(x_n) + K_n \cdot \left|y_{n+1} - f(x_n)\right|, \qquad K_n = (A_n')^2 \frac{\sigma_n^2}{\sigma^2 + (A_n')^2 \cdot \sigma_n^2}$$

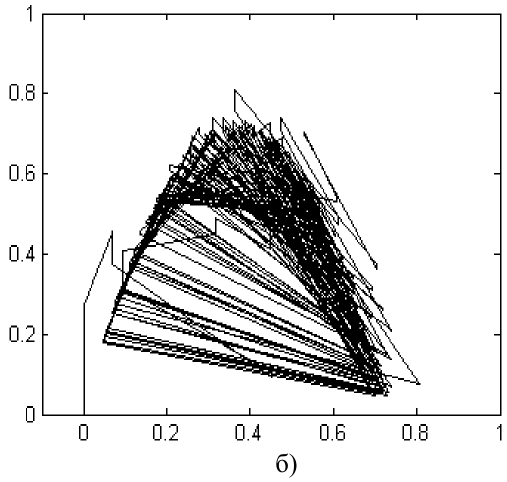
$$\sigma_{n+1}^2 = (A_n')^2 \cdot \sigma_n^2 - \frac{(A_n')^4 \cdot \sigma_n^4}{\sigma^2 + (A_n')^2 \cdot \sigma_n^2},$$

где **f(x)** – логистическое отображение, K_n - весовой коэффициент, **A’** - производная **f(x)** функции в точке x_n.

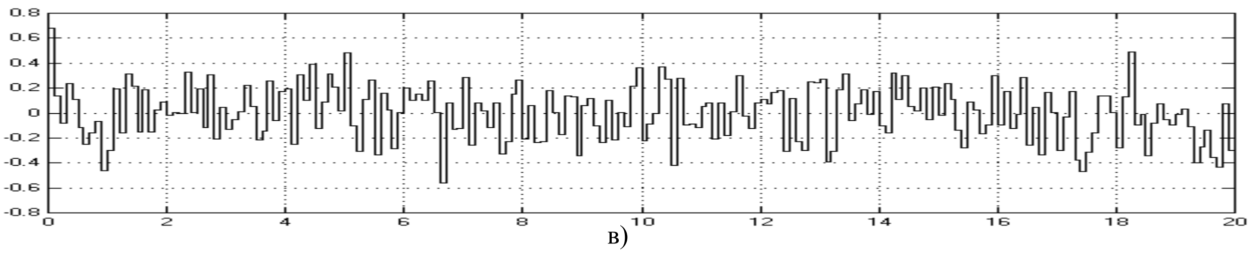
Моделирование проводилось с помощью пакета MATLAB SIMULINK, а макетирование на основе цифрового процессора **ADSP-2189M**. На рисунках (для $\lambda = 3{,}9$) приведены графики: а) $x_{n+1} = f(x_n)$; б) $x_{n+1} = f(x_n)$ на выходе фильтра Калмана; в) шума от времени; г) хаотический сигнал $x_n = f(n)$; д) сигнал с шумом; е) востановленный сигнал на выходе фильтра; ж) зависимости дисперсии от числа итераций. Как видно из результатов, фильтр Калмана может восстановить хаотический сигнал. Дисперсия выходного сигнала с увеличением времени наблюдения выходит на уровень $\sigma^2 \approx 0{,}057$, что совпадает с дисперсией задаваемого шума.



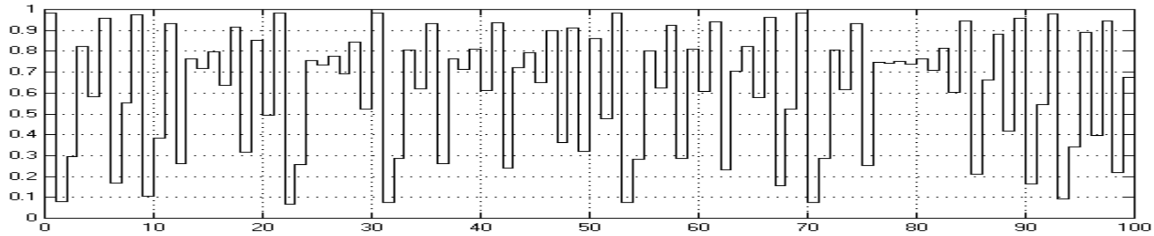
а)



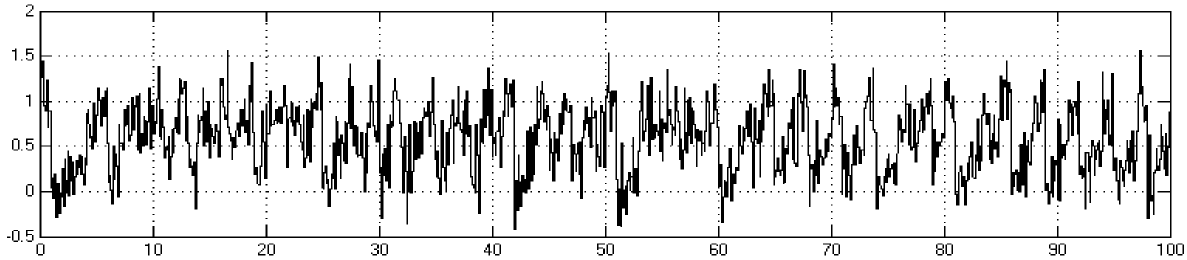
б)



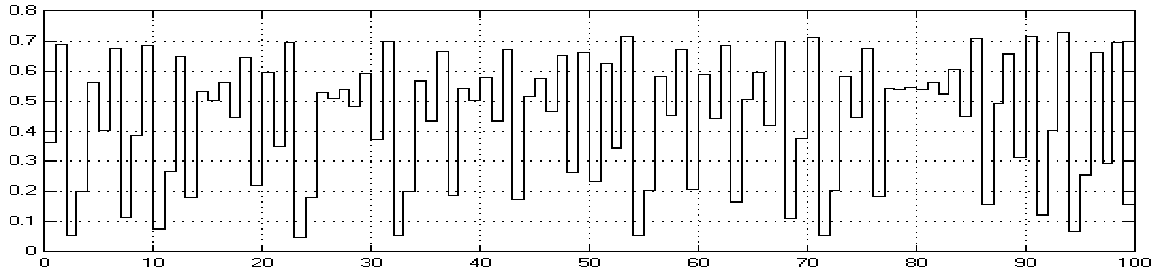
в)



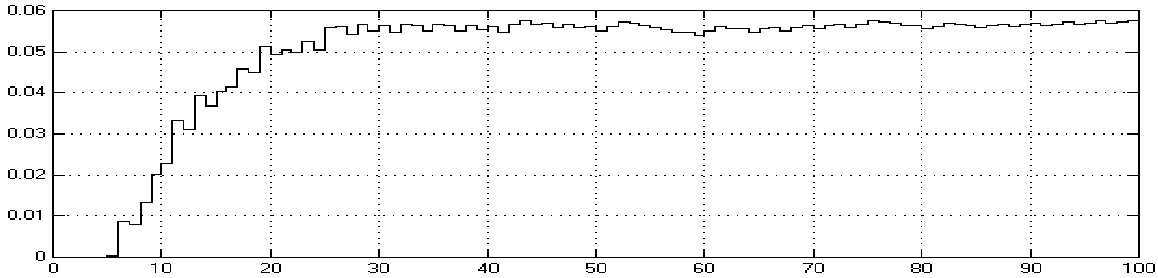
г)



д)



е)



ж)

Литература

1. Зарубежная радиоэлектроника. Применение динамического хаоса в коммуникационных системах и компьютерных сетях. 2000, № 11.
2. Костенко П.Ю. и др. Особенности нелинейной фильтрации хаотического сигнала, заданного логистическим отображением. – Зарубежная радиоэлектроника, 1999, №12, с.62-65.
3. Браммер К., Зиффлинг Г. Фильтр Калмана-Бьюси. Детерминированное наблюдение и стохастическая фильтрация. - М.: Наука. 1982.

FILTRATIONS OF A DISCRETE CHAOTIC SIGNAL DEFORMED BY ADDITIVE NOISE THROUGH THE ADAPTIVE FILTER KALMAN

Rjabkov L.

Institute of technology
624200, Lesnoy, Sverdlovsk area, Kommunistishky st., 36,
Ph. (34342) 66613, fax (34342) 60963, e-mail: mifi@les.uralpost.ru, main@mifi3.pp.ru

Last years the attention to use of chaotic signals in systems of communication is given [1,2]. The chaotic signal is described logical mapping with given parameter **λ:** $x_{n+1} = x_n\lambda(1-x_n)$, where **n** - discrete time. To a chaotic signal x_n is mixed nocorrelation noise of the channel of communication w_n, , distributed on the normal law with zero mathematical expectation and дисперсией σ^2 , so the signal $y_n = x_n + w_n$ turns out. The algorithm of a filtration of a chaotic sequence by the adaptive filter Kalman is defined by system of the equations in discrete time for a filtered sequence x_n and дисперсии σ_n^2 of the current estimation [2]:

$$\hat{x}_{n+1} = f(x_n) + K_n \cdot \left| y_{n+1} - f(x_n) \right|, \qquad K_n = (A_n')^2 \frac{\sigma_n^2}{\sigma^2 + (A_n')^2 \cdot \sigma_n^2}$$

$$\sigma_{n+1}^2 = (A_n')^2 \cdot \sigma_n^2 - \frac{(A_n')^4 \cdot \sigma_n^4}{\sigma^2 + (A_n')^2 \cdot \sigma_n^2},$$

Where ***f(x)*** - logical mapping, K_n - weight factor, ***A*** **'** – derivative ***f(x*** of function in a point x_n .

The modeling was carried out(spent) with the help of a package MATLAB SIMULINK, and prototyping on the basis of the digital processor **ADSP-2189M**. In figures (for **λ = 3,9**) the diagrams are given: 1) $x_{n+1} = f(x_n)$; 2) $x_{n+1} = f(x_n)$ on an output(exit) of the filter Kalman; 3) of noise from time; 4) a chaotic signal $x_n = f(n)$; 5) a signal with noise; 6) restore a signal on an output(exit) of the filter; 7) of dependence dispersion from number of iterations. As it is visible from results, the filter Kalman can restore a chaotic signal. Dispersion of a target signal with increase of time of supervision leaves on a level $\sigma^2 \approx$ **0,057**, that coincides with dispersion of set noise.

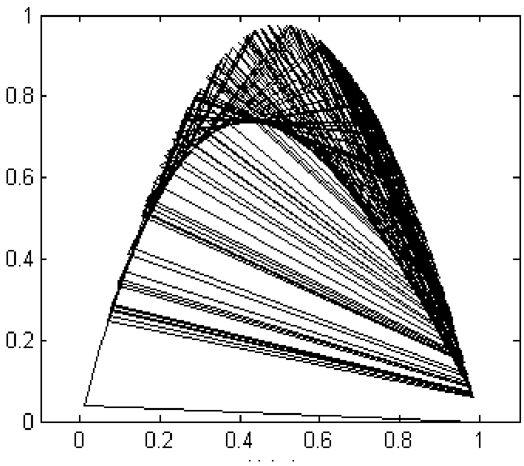


Fig.1

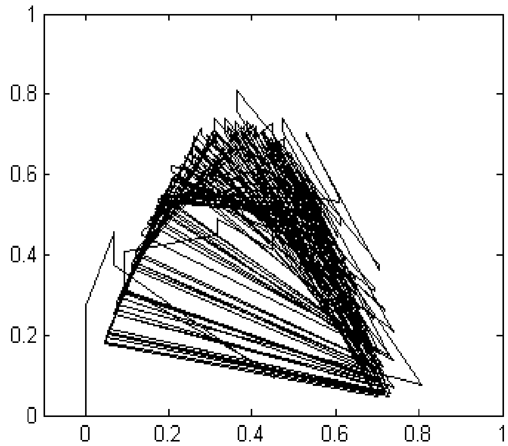


Fig.2

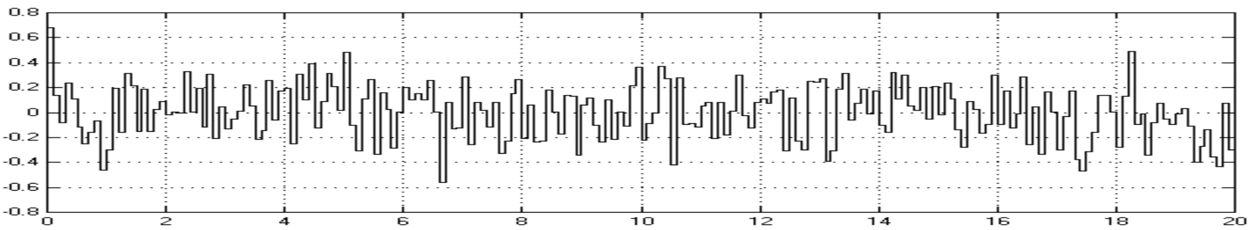


Fig .3

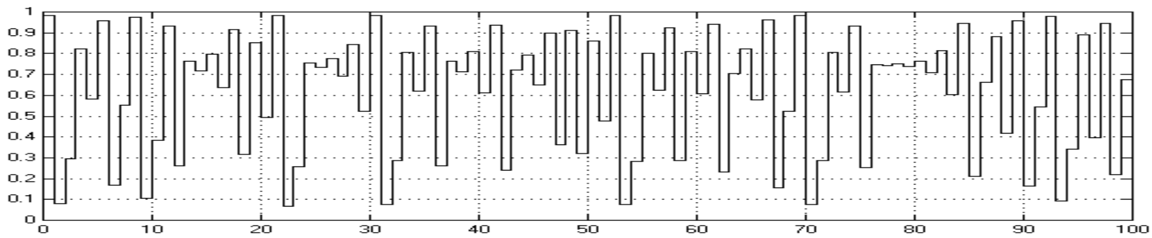


Fig. 4

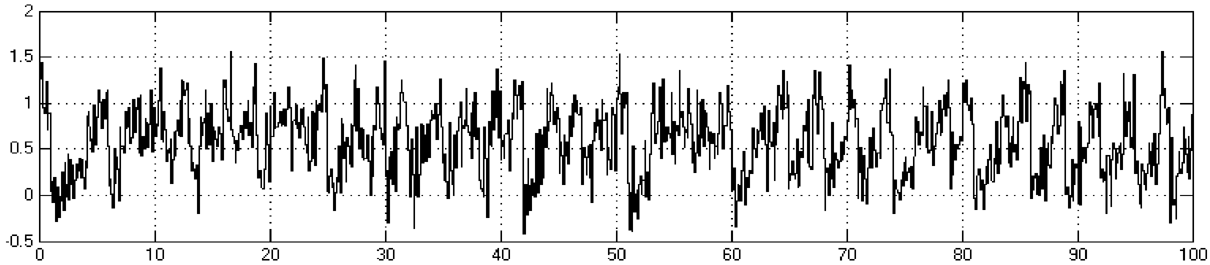


Fig.5

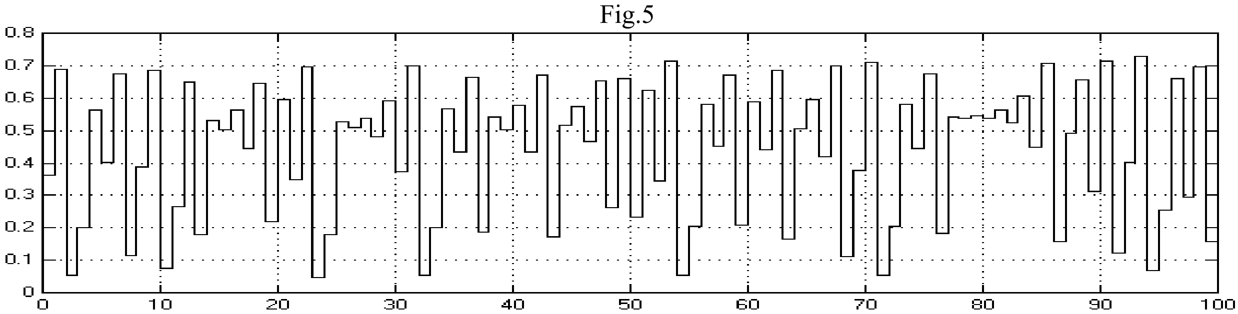


Fig.6

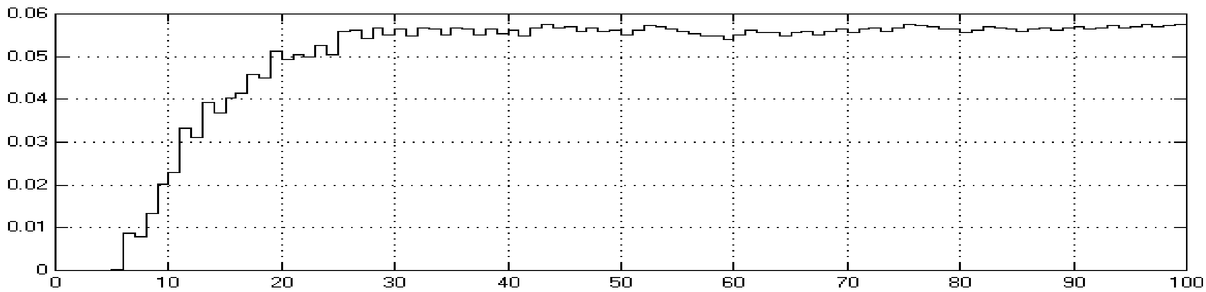


Fig.7

References

1. Foreign radioelectronics. Application of dynamic chaos in communication systems and computer networks. 2000, № 11.

2. P.Kostenko etc. Paticulars of a Nonlinear Filering of a Chaotic Signal Represented Logical Mapping. - Foreign radioelectronics, 1999, №12, with 62-65.